

## Beschreibung

## Induktives Bauelement und Verwendung des Bauelements

5 Die Erfindung betrifft ein induktives Bauelement zur Bildung eines magnetischen Kreises, aufweisend mindestens eine Drahtwicklung und mindestens einen Kern mit einem ferromagnetischen Kernmaterial, wobei der Kern zur Unterbrechung des magnetischen Kreises einen Spalt und  
10 mindestens einen weiteren Spalt aufweist. Daneben wird eine Verwendung des Bauelements angegeben.

Ein elektronisches Vorschaltgerät (EVG) wird als elektronischer Spannungs- und/oder Stromwandler im  
15 Beleuchtungsbereich eingesetzt. EVGs weisen mindestens ein induktives Bauelement auf. Das induktive Bauelement ist beispielsweise eine Drosselspule oder ein Transformator. Das induktive Bauelement verfügt über eine Drahtwicklung. Die Drahtwicklung weist eine Anzahl von Windungen eines  
20 elektrischen Leiters zur Erzeugung eines magnetischen Flusses durch den in dem Leiter fließenden Strom auf. Die Drahtwicklung dient auch der Erzeugung einer Spannung durch Änderung der magnetischen Induktion in der Drahtwicklung. Zur Vergrößerung der magnetischen Induktion und zur Verringerung  
25 eines magnetischen Streuverlusts befindet sich die Drahtwicklung meist auf einem Kern mit ferromagnetischem Material. Das ferromagnetische Kernmaterial ist beispielsweise ein Ferrit. Der Kern sorgt für einen möglichst geschlossenen magnetischen Kreis.

30

Diese EVGs werden zunehmend miniaturisiert. Die Miniaturisierung betrifft insbesondere ein induktives Bauelement der EVGs. Eine kleine Baugröße eines induktiven Bauelements lässt sich bei einem gleichbleibenden  
35 Leistungsdurchsatz durch eine höhere Schaltfrequenz erreichen. Eine höhere Schaltfrequenz führt aber zu einer Erhöhung der elektrischen Verluste und damit zu einer

Erniedrigung der Güte des induktiven Bauelements. Die Güte ist ein Maß einer elektrischen Qualität des induktiven Bauelements. Infolge der sinkenden Güte kann es bei einer zunehmenden Miniaturisierung des induktiven Bauelements insbesondere bei einer hohen Wechselspannung, mit der das induktive Bauelement betrieben wird, zu einer unzulässig hohen Betriebstemperatur kommen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein induktives Bauelement bereitzustellen, das eine hohe Güte auch bei einer hohen anliegenden Wechselspannung aufweist.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein induktives Bauelement zur Bildung eines magnetischen Kreises, aufweisend mindestens eine Drahtwicklung und mindestens einen Kern mit einem ferromagnetischen Kernmaterial, wobei der Kern zur Unterbrechung des magnetischen Kreises einen Spalt und mindestens einen weiteren Spalt aufweist. Das induktive Bauelement ist dadurch gekennzeichnet, dass die Spalte jeweils eine Spaltweite aufweisen, die mindestens 1,0 mm beträgt. Es resultiert ein relativ weiter Gesamtspalt, der auf mindestens zwei Spalte aufgeteilt ist. Insbesondere ist die Spaltweite der Spalte aus dem Bereich jeweils von einschließlich 1,2 mm bis einschließlich 10 mm ausgewählt. Vorzugsweise beträgt die Spaltweite 2 mm bis 10 mm.

Ein Spalt ist eine gewünschte Unterbrechung des magnetischen Kreises. Vorzugsweise ist dabei über eine gesamte Ausdehnung des Spalts die Spaltweite annähernd gleich. Die Ausdehnung ist beispielsweise eine Breite, eine Länge oder ein Radius des Spalts. Der Spalt weist zur Unterbrechung des magnetischen Kreises zumindest teilweise ein nicht-ferromagnetisches Material auf. Das nicht-ferromagnetische Material ist beispielsweise ein diamagnetisches oder paramagnetisches Material. Erfindungsgemäß wird der magnetische Kreis an mindestens zwei Stellen unterbrochen. Die Unterbrechung erfolgt durch die Spalte. Die Spaltweiten

- führen dazu, dass der magnetische Kreis in einer Länge von mindestens 2 x 0,5 mm unterbrochen ist. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass trotz einer Ansteuerung des induktiven Bauelements mit einer Wechselspannung von mehreren hundert  
5 Volt aufgrund dieser Spalte eine relativ hohe Güte Q erzielbar ist. Daher ist eine kleinere Baugröße des induktiven Bauelements im Vergleich zu einem induktiven Bauelement mit anders ausgestalteten Spalten möglich.
- 10 In einer besonderen Ausgestaltung besteht der Kern aus mindestens zwei Teilen, die an den Spalten einander gegenüberliegend angeordnet und durch die Spaltweiten voneinander beabstandet sind.
- 15 Vorzugsweise ist mindestens einer der Spalte ein Luftspalt. Dies bedeutet, dass der durch den Spalt festgelegte Zwischenraum des Kerns Luft enthält. Das nicht-ferromagnetische Material des Spalts ist Luft. Es kann aber auch ein anderes nicht-ferromagnetisches, gasförmiges  
20 Material im Luftspalt angeordnet sein. Dem gegenüber ist auch ein nicht-ferromagnetisches festes oder flüssiges Material denkbar. Dieses Material ist beispielsweise ein Polymerwerkstoff. Vorteilhaft ist beispielsweise die Verwendung eines Klebstoffs, mit dem die Teile des Kerns  
25 zusammengeklebt sind. Der Klebstoff führt nicht nur zu einer Unterbrechung des magnetischen Kreises. Er führt auch zu einem stoffschlüssigen Kontakt zwischen den Teilen des Kerns.
- In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung weisen die  
30 Spalte eine im Wesentlichen gleiche Spaltweite auf. Beispielsweise besteht der Kern aus zwei Teilen, die durch zwei Spalte voneinander getrennt sind. Die beiden Teile sind durch gleich weite Spalte zueinander in einem jeweils gleichen Abstand zueinander angeordnet. Im Wesentlichen  
35 gleich bedeutet, dass auch geringe Abweichungen von bis zu 10 % der Spaltweite zulässig sind.

In einer weiteren Ausgestaltung weist die Drahtwicklung einen Innenbereich und einen Außenbereich auf und die Spalte des Kerns sind im Innenbereich und/oder im Außenbereich der Drahtwicklung angeordnet. Beispielsweise ist ein Spalt im  
5 Innenbereich und zwei Spalte im Außenbereich angeordnet. Vorzugsweise zeichnen sich die Spalte im Außenbereich durch die im Wesentlichen gleiche Spaltweite aus. Dabei kann es auch sein, dass der Spalt im Innenbereich der Drahtwicklung eine deutlich höhere Spaltweite aufweist, als die beiden  
10 Spalte im Außenbereich. Vorzugsweise sind aber die Spaltweiten aller Spalte im Wesentlichen gleich.

Der Kern kann unsymmetrisch sein. Dies bedeutet, dass er durch Anwendung einer Symmetrieoperation nicht in sich selbst  
15 überführt werden kann. In einer weiteren Ausgestaltung ist der Kern im Wesentlichen symmetrisch. Im Wesentlichen bedeutet, dabei, dass es Abweichungen bezüglich einer exakten Symmetrie geben kann. Darüber hinaus bedeutet im Wesentlichen, dass die Symmetrie solche Bestandteile des  
20 Kerns betrifft, die für die Funktion und die Eigenschaften des Kerns hauptsächlich verantwortlich sind. Der symmetrische Kern geht durch Spiegelung an einem Punkt (Symmetriezentrum), an einer Geraden (Symmetrieachse) oder einer Ebene (Symmetrieebene) in sich über. Beispielsweise sind die  
25 genannten Symmetrieelemente im Innenraum der Drahtwicklung angeordnet. Das Symmetrieelement ist beispielsweise eine Symmetrieebene, die senkrecht zu einer Wicklungsachse der Drahtwicklung angeordnet ist. Die Wicklungsachse der Drahtwicklung ist gegeben durch eine Richtung, in der der  
30 Draht aufgewickelt ist. Der Kern besteht beispielsweise aus zwei Teilen, die durch die Spiegelung an der Symmetrieebene jeweils ineinander übergeführt werden. Die Symmetrieebene enthält dazu vorzugsweise auch die Spalte und der Kern besteht aus zueinander spiegelbildlich geformten Teilen.  
35 Beispielsweise verfügt der Kern über eine RM6- oder damit vergleichbare Kernform. Diese Kernformen sind eine Kombination einer E-Kernform mit einer Topf-Kernform.

Insbesondere weist das gesamte Bauelement aus Drahtwicklung und Kern einen im Wesentlichen symmetrischen Aufbau auf. Dies bedeutet, dass nicht nur der Kern, sondern auch die  
5 Drahtwicklung im Wesentlichen symmetrisch aufgebaut sind. Beispielsweise können Drahtwicklung und Kern durch eine Spiegelung an einer gemeinsamen Spiegelebene in sich selbst überführt werden. Im Wesentlichen symmetrisch bedeutet dabei, dass durchaus auch Abweichungen von der Symmetrie vorstellbar  
10 sind. Diese Abweichungen betreffen beispielsweise eine Anzahl oder eine Form der Windungen der Drahtwicklung, eine Form des Kerns sowie eine Anordnung von Drahtwicklung und Kern zueinander.

15 Insbesondere ist das Kernmaterial des Kerns hochfrequenztauglich. Vorzugsweise ist das Kernmaterial ein Ferrit in Form eines M33-Kernmaterials mit einer Grenzfrequenz von etwa 10 MHz. Dieses Kernmaterial weist Mangan und Zink auf. Ebenso ist ein K1, K6 oder K12-  
20 Kernmaterial denkbar. Diese Kernmaterialien weisen Nickel und Zink auf. Das K6-Kernmaterial weist beispielsweise eine Grenzfrequenz von 7 MHz auf.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die Drahtwicklung  
25 eine Hochfrequenzlitze mit einer Vielzahl von voneinander elektrisch isolierten Einzeldrähten auf. Eine Litze ist ein aus vielen Metallfäden (Einzeldrähten) gewundener oder geflochtener Draht. Bei einer Hochfrequenzlitze sind die Einzeldrähte gegeneinander isoliert, um Verluste durch  
30 Skineffekt und Wirbelströme zu reduzieren. Dadurch wird im Vergleich zu einer Litze mit nicht voneinander isolierten Einzeldrähten bei gleichem Querschnitt ein niedrigerer Hochfrequenzverlustwiderstand erzielt. Insbesondere weisen die Einzeldrähte zumindest einen aus dem Bereich von  
35 einschließlich 10  $\mu\text{m}$  bis einschließlich 50  $\mu\text{m}$  ausgewählten Einzeldrahtdurchmesser aus. Insbesondere ist die Vielzahl aus dem Bereich von einschließlich 5 bis einschließlich 100

ausgewählt. Vorzugsweise ist die Vielzahl aus dem Bereich von einschließlich 10 bis einschließlich 30 ausgewählt.

Beispielsweise sind 10 und mehr Einzeldrähte zu einer Hochfrequenzlitze angeordnet. Damit lassen sich

- 5 Drahtwicklungen mit einer relativ großen Oberfläche und damit mit einem relativ niedrigen Hochfrequenzverlustwiderstand bereitstellen.

- Insbesondere ist das induktive Bauelement eine Drosselspule  
10 oder ein Transformator. Eine Drosselspule ist für Gleichstrom durchlässig. Dagegen wird Wechselstrom durch die Drosselspule begrenzt. Die Drosselspule weist für einen Strom hoher Frequenz einen hohen elektrischen Blindwiderstand auf. Der Transformator besteht aus mindestens zwei Drahtwicklungen. Es  
15 können aber auch mehr als zwei Drahtwicklungen zum Transformator angeordnet sein. Alternativ dazu besteht der Transformator aus einer Drahtwicklung, die durch einen elektrischen Abgriff in zwei Teile unterteilt ist.

- 20 Um die bereits durch die beschriebene strukturelle Maßnahme erzielbare hohe Güte weiter zu erhöhen, wird das induktive Bauelement zudem gekühlt. Dazu ist gemäß einer besonderen Ausgestaltung mindestens eine Kühlvorrichtung zum Kühlen der Drahtwicklung vorhanden, die mindestens einen  
25 Verbundwerkstoff mit mindestens einem Polymerwerkstoff und mindestens einem thermisch leitfähigen Füllstoff aufweist.

- Mit Hilfe der Kühlvorrichtung kann die in der Drahtwicklung im Betrieb des induktiven Bauelements entstehende Wärme  
30 effizient abgeleitet wird. Durch das effiziente Ableiten der Wärme kommt es zu einer relativ geringen Temperaturerhöhung der Drahtwicklung. Die geringe Temperaturerhöhung führt zu einer relativ geringen Erhöhung des elektrischen Widerstands in der Drahtwicklung. Es resultiert eine im Vergleich zu  
35 einer ungekühlten Drahtwicklung erhöhte Güte des induktiven Bauelements.

Der Verbundwerkstoff besteht vorzugsweise aus einem elektrisch isolierenden beziehungsweise elektrisch schlecht leitenden Polymerwerkstoff mit einem thermisch leitfähigen und elektrisch schlecht leitenden Füllstoff. Der

5 Polymerwerkstoff kann ein natürliches und/oder künstliches Polymer aufweisen. Das natürliche Polymer ist beispielsweise Kautschuk. Das künstliche Polymer ist ein Kunststoff.

Der Polymerwerkstoff bildet dabei als Basismaterial des  
10 Verbundwerkstoffes eine Matrix, in die der Füllstoff eingebettet ist. Dabei können mehrere Füllstoffe vorhanden sein. Der Füllstoff kann bzw. die Füllstoffe können pulverförmig oder faserförmig sein. Ein Durchmesser eines Füllstoffpartikels ist aus dem  $\mu\text{m}$ -Bereich ausgewählt, der von  
15 100 nm bis 100  $\mu\text{m}$  reicht. Ein Füllgrad des Füllstoffes im Polymerwerkstoff ist dabei vorzugsweise so gewählt, dass eine Koagulationsgrenze überschritten wird. Unterhalb der Koagulationsgrenze ist die Wahrscheinlichkeit dafür sehr gering, dass sich einzelne Füllstoffpartikel berühren. Dies  
20 führt zu einem relativ niedrigen spezifischen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten. Wenn die Koagulationsgrenze überschritten wird, berühren sich die Füllstoffpartikel mit relativ großer Wahrscheinlichkeit. Daraus ergibt sich ein relativ hoher spezifischer Wärmeleitfähigkeitskoeffizient des  
25 Verbundwerkstoffs.

Der Füllstoff ist thermisch leitfähig und vorzugsweise auch elektrisch isolierend bzw. elektrisch schlecht leitend. Dies führt dazu, dass das induktive Bauelement auch mit einer  
30 relativ hohen Betriebsspannung betrieben werden kann. Beispielsweise beträgt die Betriebsspannung bis zu 2000 V. Der Verbundwerkstoff ist auch bei einer Betriebsspannung in dieser Größenordnung durchschlagsfest. Als thermisch leitfähiger und gleichzeitig elektrisch isolierender  
35 beziehungsweise elektrisch schlecht leitender Füllstoff eignet besonders ein keramischer Werkstoff. Ein keramischer

Werkstoff mit den genannten Eigenschaften ist beispielsweise Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Zu einem effizienten Abtransport von Wärme, die im Betrieb  
5 des induktiven Bauelements in der Drahtwicklung entsteht, ist der Verbundwerkstoff der Kühlvorrichtung vorzugsweise direkt mit der Drahtwicklung verbunden. Ein Wärmetransport von der Drahtwicklung weg erfolgt durch Wärmeleitung.

10 In einer besonderen Ausgestaltung weist die Kühlvorrichtung mindestens eine Folie mit dem Verbundwerkstoff auf, die mit der Drahtwicklung in direktem, thermisch leitfähigen Kontakt steht. Die Folie und die Drahtwicklung sind derart verbunden,  
15 dass eine Wärmeleitung von der Drahtwicklung zur Folie hin stattfinden kann. Die Folie und die Drahtwicklung berühren sich einander. Eine Foliendicke (Folienstärke) der Folie beträgt beispielsweise 0,22 mm. In Abhängigkeit vom Verbundwerkstoff (Art des Polymerwerkstoffes, Art und Füllgrad des Füllstoffes, etc,) ist dabei ein spezifischer  
20 Wärmeleitfähigkeitskoeffizient  $\lambda$  vom 0,15 K/Wm bis hin zu 6,5 K/Wm erreichbar. Die Spannungsfestigkeit kann trotz der relativ geringen Foliendicke dabei 1 kV bis 6 kV betragen.

Um eine effiziente Wärmeableitung durch die Kühlvorrichtung  
25 zu gewährleisten, wird insbesondere eine weiche Folie mit dem Verbundwerkstoff verwendet. Die Folie ist plastisch und/oder elastisch verformbar. Die Drahtwicklung kann näherungsweise formschlüssig in die Folie eingebettet sein. Eine thermische Kontaktfläche zwischen der Folie und der Drahtwicklung, über  
30 die die Wärmeleitung stattfindet, ist dabei besonders groß.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die Kühlvorrichtung mindestens eine Vergussmasse auf, die mindestens einen  
weiteren Verbundwerkstoff mit mindestens einem weiteren  
35 Polymerwerkstoff und mindestens einem weiteren thermisch leitfähigen Füllstoff aufweist und die mit der Drahtwicklung und/oder der Folie in direktem, thermisch leitfähigen Kontakt



steht. Der Verbundwerkstoff und der weitere Verbundwerkstoff können gleich oder verschieden sein. Gleiches gilt für einzelne Komponenten des Verbundwerkstoffs und des weiteren Verbundwerkstoffs. Die Drahtwicklung und/oder die Folie sind  
5 zum Teil oder ganz in die Vergussmasse mit dem weiteren Verbundwerkstoff eingebettet. Da der weitere Verbundwerkstoff thermisch leitfähig ist und durch das Einbetten ein nahezu kompletter Formschluss zwischen Gussmasse und Drahtwicklung bzw. Folie vorliegt, kann die Wärme von der Drahtwicklung und  
10 der Folie über die Gussmasse sehr effizient abgeleitet werden. Durch die Verwendung der Vergussmasse kommt es darüber hinaus zu einer homogenen Temperaturverteilung innerhalb des induktiven Bauelements. Die Drahtwicklung des Bauelements wird homogen gekühlt. Dies trägt ebenfalls zu  
15 einer erhöhten Güte des induktiven Bauelements bei.

Sowohl bei der Folie als auch bei der Vergussmasse ist es möglich, dass zwischen Vergussmasse, Folie und Drahtwicklung Zwischenräume (Hohlräume) vorhanden sind, die mit Luft  
20 gefüllt sind und daher zu einer thermischen Isolierung der Vergussmasse, Folie und der Drahtwicklung voneinander beitragen. Eine effiziente Ableitung von Wärme ist aufgrund der Zwischenräume nicht möglich. In einer besonderen Ausgestaltung weist daher ein zwischen der Folie und der  
25 Drahtwicklung und/oder zwischen dem Verguss und der Drahtwicklung vorhandener Zwischenraum ein thermisch leitfähiges Material zur thermischen Überbrückung des Zwischenraums auf. Der Zwischenraum ist vorzugsweise vollständig mit dem thermisch leitfähigen Material  
30 ausgefüllt. Dies führt zu einer verbesserten Wärmeableitung von der Drahtwicklung weg. Vorzugsweise wird dazu ein thermisch leitfähiges Material verwendet, das zusätzlich elektrisch isolierend ist. Das thermisch leitfähige Material ist daher insbesondere aus der Gruppe Öl, Paste, Wachs  
35 und/oder Klebstoff ausgewählt. Mit diesen thermisch leitfähigen und gleichzeitig elektrisch isolierenden Materialien ist gewährleistet, dass auch bei Verwendung von

hohen Betriebsspannungen eine dafür notwendige Spannungsfestigkeit gegeben ist.

Die Kühlvorrichtung des induktiven Bauelements ist derart  
5 ausgestaltet, dass die in der Drahtwicklung im Betrieb des  
induktiven Bauelements entstehende Wärme effizient nach außen  
abgeführt werden kann. Dazu wird für einen Weitertransport  
der Wärme vom Verbundwerkstoff der Kühlvorrichtung weg  
10 gesorgt. Der Weitertransport der Wärme erfolgt beispielsweise  
durch Konvektion. Dazu wird an der Kühlvorrichtung mit dem  
Verbundwerkstoff ein Fluid vorbeigeleitet, das die Wärme  
aufnehmen kann. Das Fluid ist beispielsweise eine Flüssigkeit  
oder ein Gas bzw. Gasgemisch.

15 Vorzugsweise erfolgt der Weitertransport der Wärme durch  
Wärmeleitung. In einer besonderen Ausgestaltung ist daher bei  
dem induktiven Bauelement die Folie mit dem Verbundwerkstoff  
und/oder die Vergussmasse mit dem Verbundwerkstoff mit einer  
Wärmesenke durch eine Wärmeleitung thermisch leitend  
20 verbunden. Mit Hilfe der Wärmesenke wird dafür gesorgt, dass  
im Betrieb des induktiven Bauelements ein möglichst kleiner  
Temperaturunterschied zwischen der Drahtwicklung, der  
Kühlvorrichtung und der Wärmesenke vorhanden ist. Dazu ist  
Wärmesenke vorzugsweise derart ausgestaltet, dass sie eine  
25 große Wärmemenge aufnehmen kann. Die Wärmekapazität der  
Wärmesenke ist groß. Denkbar ist auch, dass bei der  
Wärmesenke für einen effizienten Abtransport der Wärme  
gesorgt ist. Die Wärmesenke ist beispielsweise ein Kühlkörper  
aus einem Material, das sich durch eine hohe thermische  
30 Leitfähigkeit auszeichnet. Zum Aufrechterhalten des  
Wärmegradienten kann der Kühlkörper kann durch Konvektion  
gekühlt werden.

Das induktive Bauelement wird gemäß einem zweiten Aspekt der  
35 Erfindung in einem elektronischen Vorschaltgerät verwendet,  
bei dem eine elektrische Eingangsleistung in eine elektrische  
Ausgangsleistung umgewandelt wird. Eingangsleistung und

Ausgangsleistung sind normalerweise unterschiedlich. Insbesondere wird dabei das Bauelement mit einer Wechselspannung mit einer Frequenz aus dem Bereich von einschließlich 100 kHz bis einschließlich 200 MHz betrieben. 5 Dieser Frequenzbereich wird als Hochfrequenzbereich bezeichnet.

In einer besonderen Ausgestaltung wird eine Wechselspannung von bis zu 2000 Volt verwendet. Es hat sich gezeigt, dass 10 sich mit Hilfe der Spalte auch bei einigen hundert Volt mit einer Frequenz von einigen MHz eine hohe Güte erzielen lässt. Dies führt dazu, dass das induktive Bauelement miniaturisiert werden kann und trotzdem ein hoher Leistungsdurchsatz bei hoher Güte und niedrigen inneren Verlusten erreicht werden 15 kann. Das induktive Bauelement kann somit als ein miniaturisiertes HF-HV (Hochfrequenz-Hochvolt)-Bauelement bezeichnet werden.

Das induktive Bauelement kann auch in einem Zündtrafo zum 20 Zünden einer Entladungslampe eingesetzt werden. Zum Zünden der Entladungslampe wird die Entladungslampe über eine elektrische Schaltung mit einer hohen Wechselspannung (Initialspannung) angesteuert. In einer weiteren Ausgestaltung wird daher ein Spannungspuls mit einer 25 Wechselspannung von bis zu 40 kV verwendet. Das Bauelement wird mit dieser hohen Wechselspannung kurzzeitig innerhalb weniger  $\mu\text{s}$  (Zünddauer) angesteuert.

Anhand mehrerer Ausführungsbeispiele und der dazugehörigen 30 Figuren wird die Erfindung näher vorgestellt. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

Figur 1 zeigt ein induktives Bauelement von der Seite.

35

Figur 2 zeigt ein Gütespannungsdiagramm des induktiven Bauelements.

Figuren 3a und 3b zeigen eine RM-Bauform des Kerns des induktiven Bauelements von oben und im Querschnitt entlang der Verbindungslinie I-I.

5

Figuren 4 bis 6 zeigen das induktive Bauelement aus Figur 1 mit jeweils einer Kühlvorrichtung in einem seitlichen Querschnitt.

10 Figur 7 zeigt einen Ausschnitt des induktiven Bauelements mit der Kühlvorrichtung in einem seitlichen Querschnitt.

Das induktive Bauelement 1 ist ein HF-HV- (Hochfrequenz-Hochvolt) Transformator (Figur 1). Das Bauelement 1 weist eine Drahtwicklung 3 und einen Kern 4 auf. Die Drahtwicklung zeichnet sich durch eine Wicklungsachse 12 aus, entlang der der Draht der Drahtwicklung 3 gewickelt ist. Die Drahtwicklung 3 ist eine Hochfrequenzlitze 14 mit 30 Einzeldrähten. Der Drahtdurchmesser eines Einzeldrahtes beträgt etwa 30  $\mu\text{m}$ . Der Kern 4 ist ein Ferritkern und besteht aus einem M33-Kernmaterial. Der Kern weist eine RM6-Kernform auf (Figuren 3a und 3b). Der Kern ist eine Kombination einer E-Kernform und einer Topf-Kernform mit einer mittigen Bohrung 15. Der Kern 4 weist einen kernmittigen Spalt 7 auf, der um die mittige Bohrung 15 im Innenbereich 10 der Drahtwicklung 3 angeordnet ist. Zwei weitere Spalte 8 sind im Außenbereich 11 der Drahtwicklung 3 in jeweils einem der Kernschenkel 6 des Kerns 4 angeordnet. Alle drei Spalte 7 und 8 sind Luftspalte. Die Spaltweiten der Spalte 7 und 8 sind mit jeweils etwa 3 mm im Wesentlichen gleich.

30

Der Kern ist im Wesentlichen symmetrisch. Er besteht aus zwei zur Spiegelebene 13 spiegelsymmetrisch angeordneten Teilen 5, die an den Spalten 7 und 8 einander gegenüberliegend angeordnet und durch die Spaltweiten 9 voneinander beabstandet sind. Die Spiegelebene 13 befindet sich in den drei Spalten 7 und 8. Durch die Anordnung ist aber nicht nur

35

der Kern 4, sondern auch die Drahtwicklung 3 im Wesentlichen symmetrisch angeordnet. Es resultiert ein induktives Bauelement, das im Wesentlichen zur Spiegelebene 13 symmetrisch ist.

5

Das in Figur 2 gezeigte Gütespannungsdiagramm ist bei einer Primärinduktivität des HF-HV-Transformators 1 von 24  $\mu\text{H}$  und einer Frequenz von 2,7 MHz mit Hilfe des Kreisresonanzverfahrens gemessen. Deutlich zu sehen ist, dass auch bei einer effektiven Wechselspannung ( $U_L[V_{\text{eff}}]$ ) von mehreren hundert Volt eine relativ hohe Güte des Bauteils erzielbar ist. Die hohe Güte ist trotz hoher Frequenz bei einer kleinen Baugröße, wie sie bei einer RM6-Kernform gegeben ist, erzielbar.

15

Die Drahtwicklung 3 des miniaturisierten HF-HV-Transformators wird gemäß weiterer Ausführungsformen gekühlt. Dazu ist eine Kühlvorrichtung 20 zum Kühlen der Drahtwicklung 3 vorhanden.

20

Gemäß einer ersten Ausführungsform weist die Kühlvorrichtung 20 eine Folie 21 mit einem thermisch leitenden Verbundwerkstoff. Das Basismaterial des Verbundwerkstoffs ist ein thermisch und elektrisch schlecht leitender Polymerwerkstoff. In dem Polymerwerkstoff ist ein Füllstoff mit hoher thermischer und niedriger elektrischer Leitfähigkeit eingebettet. Die Folie 21 weist eine Foliendicke von etwa 0,22 mm auf. Der spezifische Wärmeleitfähigkeitskoeffizient  $\lambda$  beträgt etwa 4 K/Wm. Die elektrische Spannungsfestigkeit reicht bis etwa 6 kV.

30

Die Hochfrequenzlitze 14 der Drahtwicklung 3 und die Folie 21 sind um einen an die RM6-Kernform angepassten Wickelkörper 30 gewickelt. Dabei sind die Folie 21 und die Drahtwicklung 3 derart um den Wickelkörper 30 angeordnet, dass sich die Hochfrequenzlitze 14 der Drahtwicklung 3 und die Folien 21 ausgehend vom Wickelkörper 30 in radialer Richtung abwechseln (Figuren 4 und 5). Die verwendete Folie 21 dient als

35

14

Zwischenisolationsschicht der Hochfrequenzlitze 14 der Drahtwicklung 3. Es resultiert ein effizienter Wärmeleitpfad 24 von der Drahtwicklung 3 weg in der radialen Richtung. Entlang dem Wärmeleitpfad 24 wird Wärme, die im Betrieb des induktiven Bauelements 1 in der Hochfrequenzlitze 14 entsteht, effizient abgeleitet.

Gemäß einer dazu alternativen Ausführungsform sind die Hochfrequenzlitze 14 der Drahtwicklung 3 und mehrere Folien 21 jeweils für sich radial zum Wickelkörper 30 ausgerichtet. Es ist eine Vielkammerlösung realisiert, die auch als Scheibenwicklung bezeichnet wird. Auch hier ist für eine effiziente Ableitung der Wärme über den Wärmeleitpfad 24 gesorgt.

Zur weiteren Ableitung der Wärme ist das induktive Bauelement 1 bzw. die Kühlvorrichtung 20 des induktiven Bauelements 1 in eine Vergussmasse 22 mit einem weiteren thermisch leitfähigen Verbundwerkstoff eingebettet (Figuren 4 und 6). Die Vergussmasse 22 ist mit einem Teil der Drahtwicklung 3 thermisch leitend direkt kontaktiert. Dies bedeutet, dass über eine thermische Kontaktfläche zwischen der Hochfrequenzlitze 14 der Drahtwicklung 3 und der Folie 21 bzw. den Folien 21 die Wärme über Wärmeleitung abgeleitet werden kann. Zum effizienten Ableiten der Wärme ist die Vergussmasse 22 mit der Wärmesenke 25 über Wärmeleitung thermisch leitend verbunden. Die Wärmesenke 25 ist eine Platine mit einem thermisch hochleitfähigen Material. Es resultiert im Betrieb des induktiven Bauelements eine relativ kleine Temperaturdifferenz zwischen der Drahtwicklung 3 und der Wärmesenke 25.

Alternativ zur Vergussmasse 22 erfolgt das weitere Ableiten der Wärme durch eine Ableitfinne 26 mit einem relativ hohen Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten (Figur 2). Über die Ableitfinne 26, die über eine Distanzkeramik 28 mit relativ hohem Wärmeleitkoeffizienten mit den Folien 21 verbunden ist,

wird die Wärme von den Folien 21 bzw. der Drahtwicklung 3 in Richtung Wärmesenke 25 weitergeleitet.

Sowohl im Falle der Vergussmasse 22 als auch im Falle der  
5 Folie 21 können Zwischenräume 27 vorhanden sein, die die  
Effizienz verringern, mit der die Drahtwicklung 3 gekühlt  
wird (Figur 7). Diese Zwischenräume 27 werden gemäß einer  
weiteren Ausführungsform mit einer thermisch leitfähigen und  
elektrisch isolierenden beziehungsweise schlecht leitenden  
10 Paste gefüllt.

## Patentansprüche

1. Induktives Bauelement (1) zur Bildung eines magnetischen Kreises, aufweisend mindestens eine Drahtwicklung (3) und mindestens einen Kern (4) mit einem ferromagnetischen Kernmaterial, wobei der Kern (4) zur Unterbrechung des magnetischen Kreises einen Spalt (7, 8) und mindestens einen weiteren Spalt (8, 7) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spalte (7, 8) jeweils eine Spaltweite (9) aufweisen, die mindestens 1,0 mm beträgt.
2. Bauelement nach Anspruch 1, wobei die Spaltweite (9) aus dem Bereich von einschließlich 2,0 mm bis einschließlich 10 mm ausgewählt ist.
3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Kern (4) aus mindestens zwei Teilen (5) besteht, die an den Spalten (7, 8) einander gegenüber liegend angeordnet und durch die Spaltweiten (9) voneinander beabstandet sind.
4. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zumindest einer der Spalte (7, 8) ein Luftspalt ist.
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Spalte (7, 8) eine im Wesentlichen gleiche Spaltweite (9) aufweisen.
6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Drahtwicklung (3) einen Innenbereich (10) und einen Außenbereich (11) aufweist und die Spalte (7, 8) des Kerns (4) im Innenbereich (10) und/oder im Außenbereich (11) der Drahtwicklung (3) angeordnet sind.
7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Kern (4) im Wesentlichen symmetrisch ist.



8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Kernmaterial des Kerns (4) hochfrequenztauglich ist.
- 5 9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Drahtwicklung (3) eine Hochfrequenzlitze (14) mit einer Vielzahl von voneinander elektrisch isolierten Einzeldrähten aufweist.
- 10 10. Bauelement nach Anspruch 9, wobei die Einzeldrähte zumindest einen aus dem Bereich von einschließlich 10  $\mu\text{m}$  bis einschließlich 50  $\mu\text{m}$  ausgewählten Einzeldrahtdurchmesser aufweisen.
- 15 11. Bauelement nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Vielzahl aus dem Bereich von einschließlich 5 bis einschließlich 100 ausgewählt ist.
- 20 12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Bauelement eine Drosselspule oder ein Transformator ist.
- 25 13. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei mindestens eine Kühlvorrichtung (20) zum Kühlen der Drahtwicklung (3) vorhanden ist, die mindestens einen Verbundwerkstoff mit mindestens einem Polymerwerkstoff und mindestens einem thermisch leitfähigen Füllstoff aufweist.
- 30 14. Bauelement nach Anspruch 13, wobei die Kühlvorrichtung (20) mindestens eine Folie (21) mit dem Verbundwerkstoff aufweist, die mit der Drahtwicklung in direktem, thermisch leitfähigen Kontakt steht.
- 35 15. Bauelement nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Kühlvorrichtung (20) mindestens eine Vergussmasse (22) aufweist, die mindestens einen weiteren Verbundwerkstoff mit mindestens einem weiteren Polymerwerkstoff und mindestens einem weiteren thermisch leitfähigen

18

Füllstoff aufweist und die mit der Drahtwicklung (3) und/oder der Folie (21) in direktem, thermisch leitfähigen Kontakt steht.

- 5 16. Bauelement nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei ein  
zwischen der Folie (21) und der Drahtwicklung (3)  
und/oder der Vergussmasse (22) und der Drahtwicklung (3)  
vorhandener Zwischenraum (27) ein thermisch leitfähiges  
Material zur thermischen Überbrückung des Zwischenraums  
10 (27) aufweist.
17. Bauelement nach Anspruch 16, wobei das thermisch  
leitfähige Material aus der Gruppe Öl, Paste, Wachs  
und/oder Klebstoff ausgewählt ist.
- 15 18. Bauelement nach einem der Ansprüche 13 bis 17, wobei die  
Folie (21) mit dem Verbundwerkstoff und/oder die  
Vergussmasse (22) mit dem weiteren Verbundwerkstoff mit  
einer Wärmesenke (25) durch eine Wärmeleitung thermisch  
20 leitend verbunden ist.
19. Verwendung eines Bauelements nach einem der Ansprüche 1  
bis 18 in einem elektronischen Vorschaltgerät, bei dem  
eine elektrische Eingangsleistung in eine elektrische  
25 Ausgangsleistung umgewandelt wird.
20. Verwendung nach Anspruch 19, wobei das Bauelement mit  
einer Wechselspannung mit einer Frequenz aus dem Bereich  
von einschließlich 100 kHz bis einschließlich 200 MHz  
30 betrieben wird.
21. Verwendung nach Anspruch 19 oder 20, wobei eine  
Wechselspannung bis zu 2000 V verwendet wird.
- 35 22. Verwendung nach Anspruch 19 oder 20, wobei ein  
Spannungspuls mit einer Wechselspannung von bis zu 40 kV  
verwendet wird.

**FIG 1**

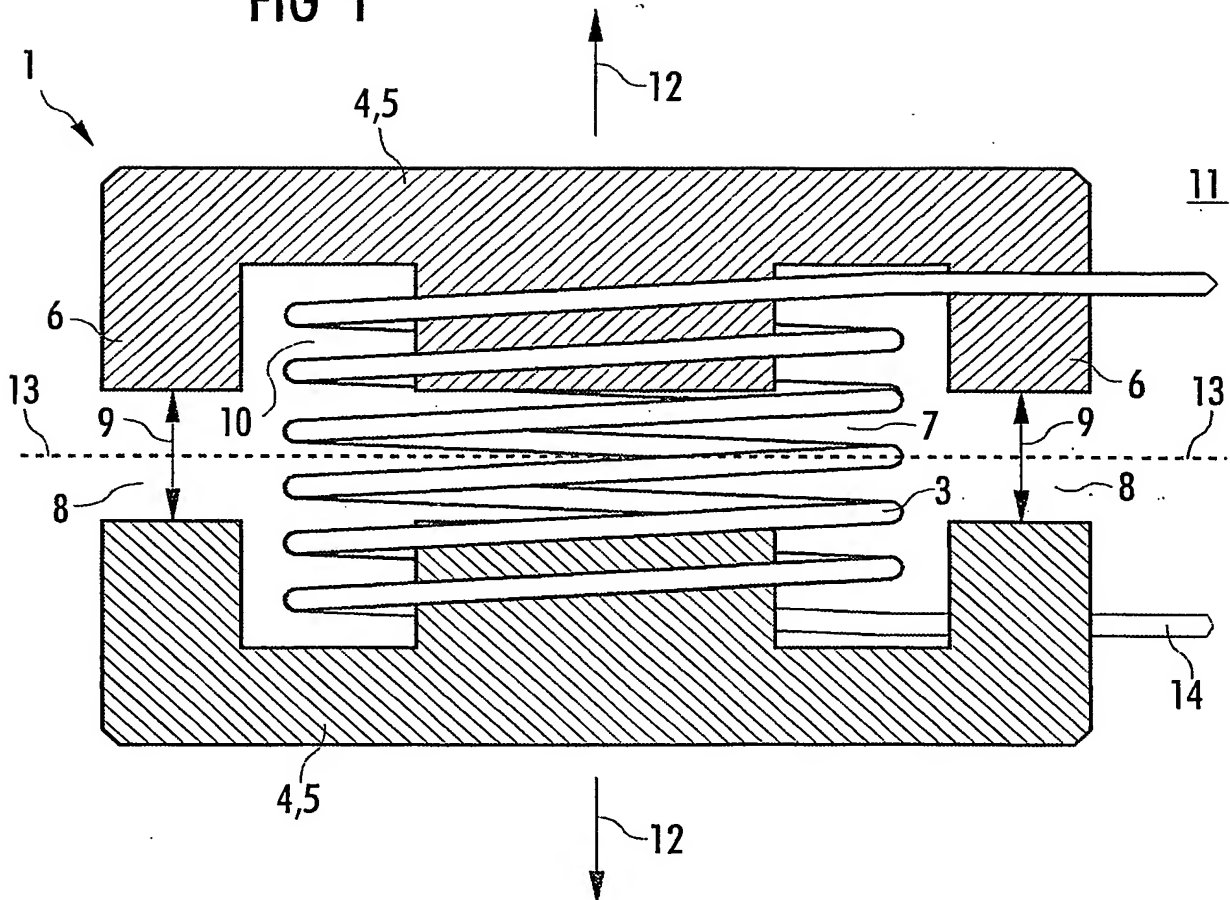


FIG 2

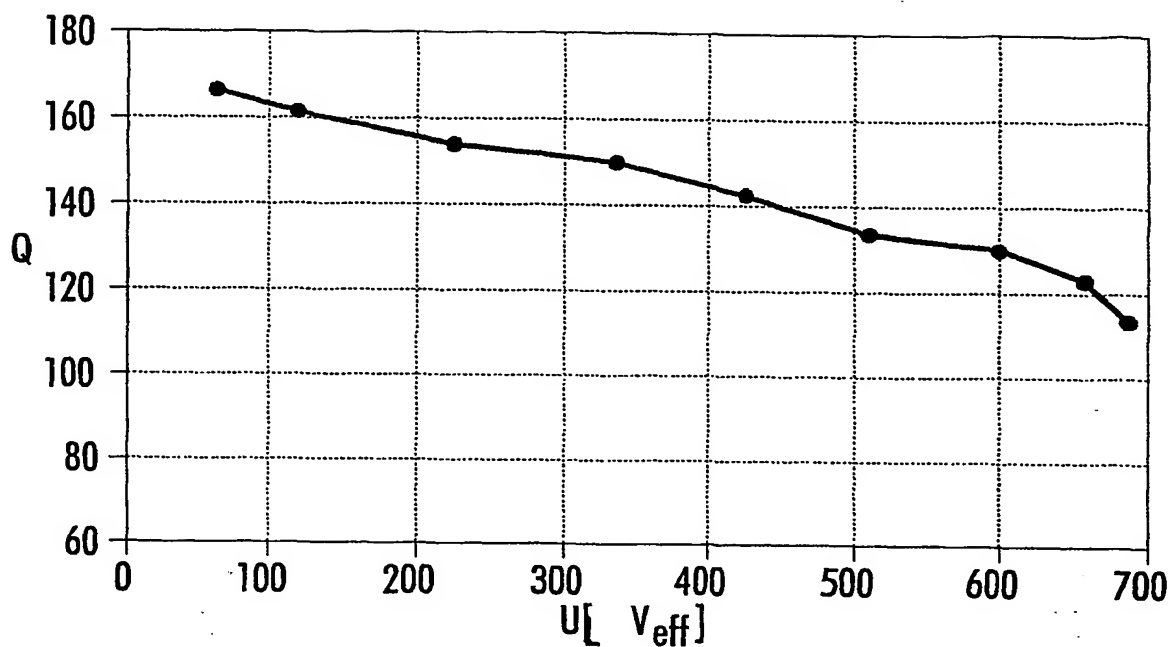


FIG 3A

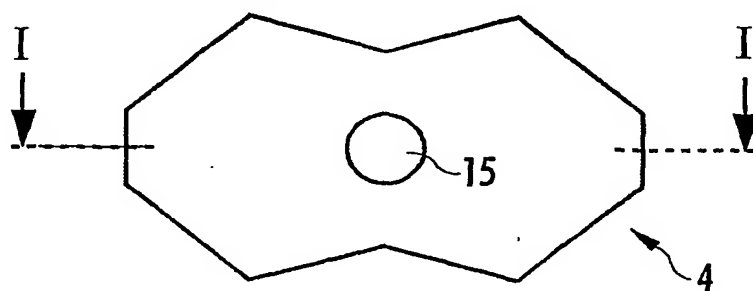


FIG 3B

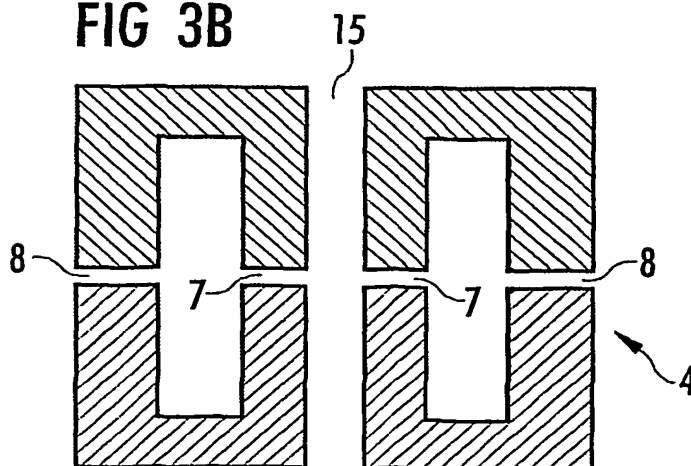


FIG 4

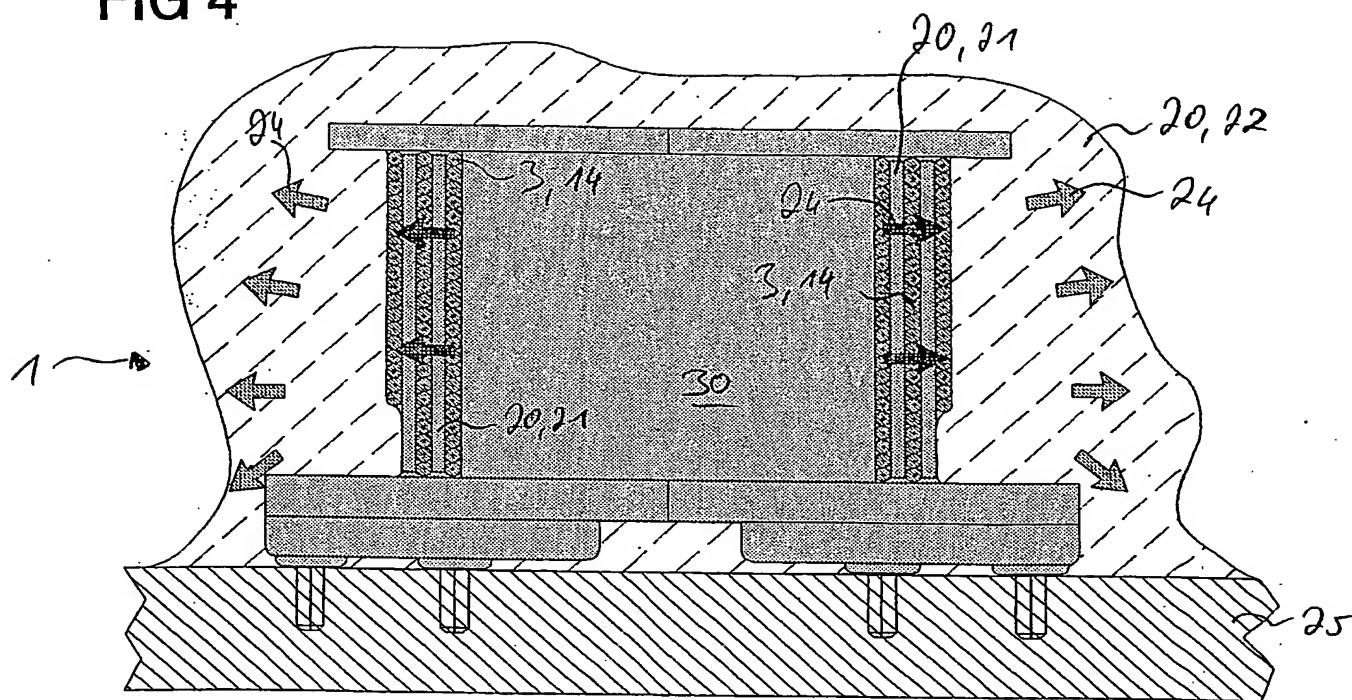


FIG 5

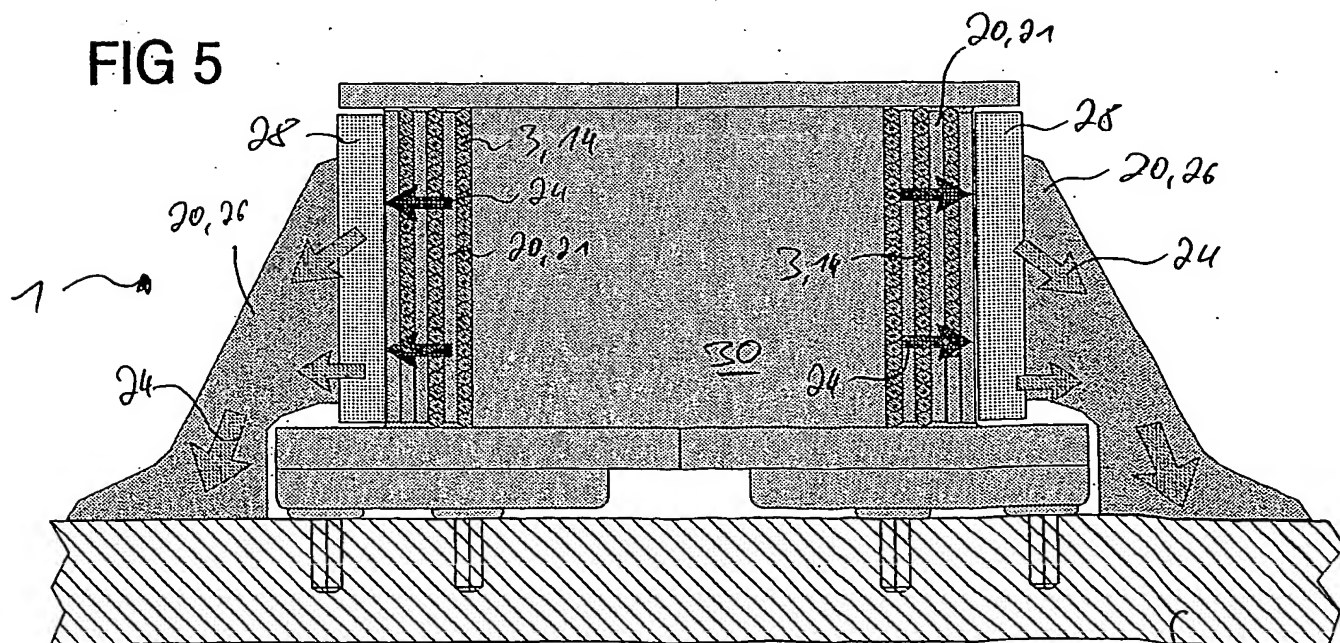


FIG 6

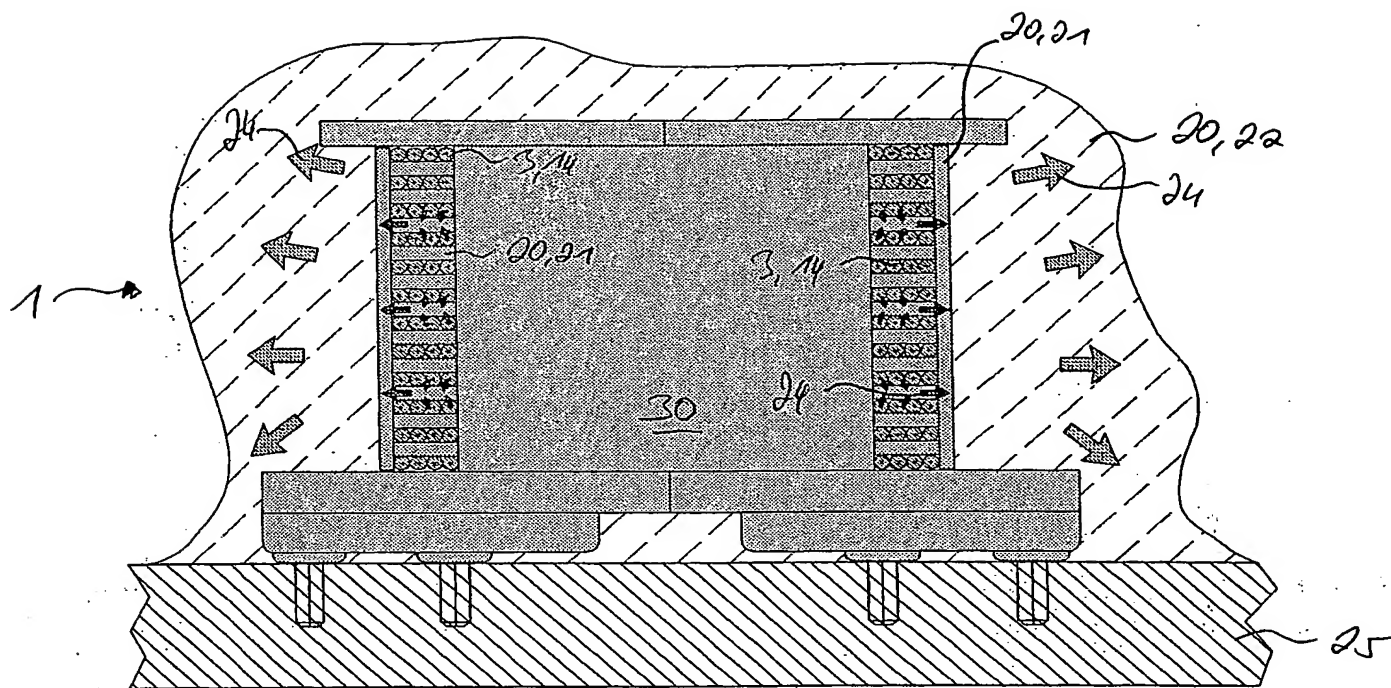
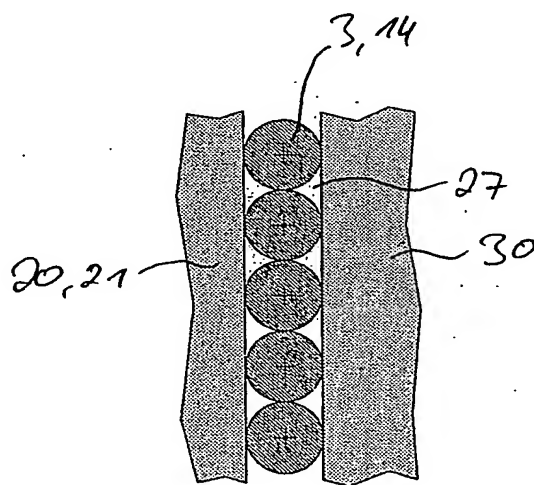


FIG 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/JP03/02447

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01F3/14 H01F27/02 H01F27/32 H01F17/00 H01F27/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 885 445 A (TANIGUCHI HISAYA) 5 December 1989 (1989-12-05) column 1, line 7-14 column 1, line 43-56 column 2, line 18-30	1, 3, 5-8, 12, 19
Y		9-11, 13-18
X	EP 0 193 057 A (THOMSON BRANDT GMBH) 3 September 1986 (1986-09-03) page 1, paragraph 1 page 2, paragraph 4 page 3, line 4-15 page 4, paragraph 1	1, 3-8, 12, 19
A		20-22
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 October 2003

Date of mailing of the international search report

23/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gols, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02447

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 42 283 A (FACHHOCHSCHULE KONSTANZ FACHBE) 14 March 2002 (2002-03-14) column 1, line 3-25 column 3, line 25-61 ----	1,3-7, 12,19
X	DE 198 54 902 A (SIEMENS AG) 17 February 2000 (2000-02-17) column 1, line 3-6 column 2, line 8-45 ----	1,4-7,12
A	----	13
X	DE 37 00 488 A (BECKER KLAUS DIPL ING) 21 July 1988 (1988-07-21) the whole document ----	1,4-8,19
A	----	20
X	US 1 876 451 A (GURTLER RUDOLF) 6 September 1932 (1932-09-06) column 1, line 30-50 ----	1,3-6
Y	US 6 259 347 B1 (SINES EDDIE) 10 July 2001 (2001-07-10) column 2, line 14 -column 3, line 65 column 1 ----	9,13-18
Y	US 3 617 966 A (TRENCH ANTHONY B ET AL) 2 November 1971 (1971-11-02) column 2, line 53 -column 3, line 11 ----	13-15,17
Y	US 4 546 210 A (FUTAMI TOSHIO ET AL) 8 October 1985 (1985-10-08) column 1, line 6-9 column 2, line 35 -column 3, line 20 ----	9-11
A	DE 14 39 441 A (SITS SOC IT TELECOM SIEMENS) 5 December 1968 (1968-12-05) page 4, line 3-8 ----	9
A	WO 91 09441 A (SUPERIOR ELECTRIC CO ;NIPPON PETROCHEMICALS CO LTD (JP)) 27 June 1991 (1991-06-27) page 1, line 1-9 page 3, line 10-25 page 10, line 8-21 ----	13,14
A	DE 34 38 144 A (ASEA AB) 9 May 1985 (1985-05-09) the whole document -----	13,16



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP03/02447

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 4885445	A	05-12-1989	JP	1151592 A	14-06-1989
			JP	1924849 C	25-04-1995
			JP	6051709 B	06-07-1994
EP 0193057	A	03-09-1986	DE	3505976 A1	21-08-1986
			EP	0193057 A2	03-09-1986
			JP	61247007 A	04-11-1986
DE 10042283	A	14-03-2002	DE	10042283 A1	14-03-2002
DE 19854902	A	17-02-2000	DE	19854902 A1	17-02-2000
DE 3700488	A	21-07-1988	DE	3700488 A1	21-07-1988
US 1876451	A	06-09-1932	NONE		
US 6259347	B1	10-07-2001	AU	7606898 A	23-04-1999
			CA	2316948 A1	08-04-1999
			EP	1034544 A1	13-09-2000
			WO	9917310 A1	08-04-1999
US 3617966	A	02-11-1971	CA	898921 A	25-04-1972
US 4546210	A	08-10-1985	JP	58214215 A	13-12-1983
			JP	1745663 C	25-03-1993
			JP	4021283 B	09-04-1992
			JP	58214216 A	13-12-1983
DE 1439441	A	05-12-1968	DE	1439441 A1	05-12-1968
WO 9109441	A	27-06-1991	WO	9109441 A1	27-06-1991
			JP	4504643 T	13-08-1992
DE 3438144	A	09-05-1985	SE	439857 B	01-07-1985
			DE	3438144 A1	09-05-1985
			SE	8305901 A	28-04-1985

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 03/02447

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01F3/14 H01F27/02 H01F27/32 H01F17/00 H01F27/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 885 445 A (TANIGUCHI HISAYA) 5. Dezember 1989 (1989-12-05) Spalte 1, Zeile 7-14 Spalte 1, Zeile 43-56 Spalte 2, Zeile 18-30	1,3,5-8, 12,19
Y		9-11, 13-18
X	EP 0 193 057 A (THOMSON BRANDT GMBH) 3. September 1986 (1986-09-03) Seite 1, Absatz 1 Seite 2, Absatz 4 Seite 3, Zeile 4-15 Seite 4, Absatz 1	1,3-8, 12,19
A		20-22
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/10/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gols, J

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 42 283 A (FACHHOCHSCHULE KONSTANZ FACHBE) 14. März 2002 (2002-03-14) Spalte 1, Zeile 3-25 Spalte 3, Zeile 25-61 ---	1,3-7, 12,19
X	DE 198 54 902 A (SIEMENS AG) 17. Februar 2000 (2000-02-17) Spalte 1, Zeile 3-6 Spalte 2, Zeile 8-45 ---	1,4-7,12
A	---	13
X	DE 37 00 488 A (BECKER KLAUS DIPL ING) 21. Juli 1988 (1988-07-21) das ganze Dokument ---	1,4-8,19
A	---	20
X	US 1 876 451 A (GURTLER RUDOLF) 6. September 1932 (1932-09-06) Spalte 1, Zeile 30-50 ---	1,3-6
Y	US 6 259 347 B1 (SINES EDDIE) 10. Juli 2001 (2001-07-10) Spalte 2, Zeile 14 -Spalte 3, Zeile 65 Spalte 1 ---	9,13-18
Y	US 3 617 966 A (TRENCH ANTHONY B ET AL) 2. November 1971 (1971-11-02) Spalte 2, Zeile 53 -Spalte 3, Zeile 11 ---	13-15,17
Y	US 4 546 210 A (FUTAMI TOSHIO ET AL) 8. Oktober 1985 (1985-10-08) Spalte 1, Zeile 6-9 Spalte 2, Zeile 35 -Spalte 3, Zeile 20 ---	9-11
A	DE 14 39 441 A (SITS SOC IT TELECOM SIEMENS) 5. Dezember 1968 (1968-12-05) Seite 4, Zeile 3-8 ---	9
A	WO 91 09441 A (SUPERIOR ELECTRIC CO ;NIPPON PETROCHEMICALS CO LTD (JP)) 27. Juni 1991 (1991-06-27) Seite 1, Zeile 1-9 Seite 3, Zeile 10-25 Seite 10, Zeile 8-21 ---	13,14
A	DE 34 38 144 A (ASEA AB) 9. Mai 1985 (1985-05-09) das ganze Dokument -----	13,16

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die der selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02447

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4885445	A	05-12-1989	JP 1151592 A JP 1924849 C JP 6051709 B	14-06-1989 25-04-1995 06-07-1994
EP 0193057	A	03-09-1986	DE 3505976 A1 EP 0193057 A2 JP 61247007 A	21-08-1986 03-09-1986 04-11-1986
DE 10042283	A	14-03-2002	DE 10042283 A1	14-03-2002
DE 19854902	A	17-02-2000	DE 19854902 A1	17-02-2000
DE 3700488	A	21-07-1988	DE 3700488 A1	21-07-1988
US 1876451	A	06-09-1932	KEINE	
US 6259347	B1	10-07-2001	AU 7606898 A CA 2316948 A1 EP 1034544 A1 WO 9917310 A1	23-04-1999 08-04-1999 13-09-2000 08-04-1999
US 3617966	A	02-11-1971	CA 898921 A	25-04-1972
US 4546210	A	08-10-1985	JP 58214215 A JP 1745663 C JP 4021283 B JP 58214216 A	13-12-1983 25-03-1993 09-04-1992 13-12-1983
DE 1439441	A	05-12-1968	DE 1439441 A1	05-12-1968
WO 9109441	A	27-06-1991	WO 9109441 A1 JP 4504643 T	27-06-1991 13-08-1992
DE 3438144	A	09-05-1985	SE 439857 B DE 3438144 A1 SE 8305901 A	01-07-1985 09-05-1985 28-04-1985

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**